

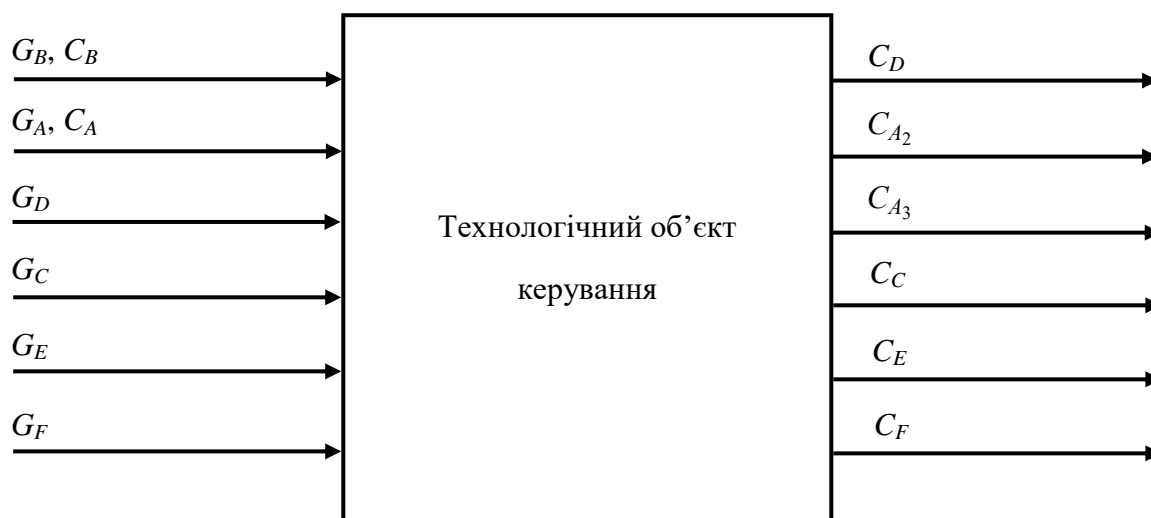
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ХЛОРАТОРА НЕПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Пряхін В. Д., Данькевич А. О.

КПІ Ім. Ігоря Сікорського, juggy228@gmail.com

Хлорбензол є важливою речовиною для багатьох галузей хімічної промисловості. Найефективнішим способом отримання хлорбензолу є хлорування бензолу в хлораторі неперервної дії, який є основним апаратом виробництва*. Такий реактор складається з двох входів і двох виходів. На вхід у нижню частину хлоратора подаються потоки технічного бензолу та хлору. На виході, з бокової частини реактора, отримують рідкі продукти реакції – хлорбензол (цільовий продукт), поліхлориди та непрореагований бензол. Газоподібні продукти реакції (суміш бензолу та хлороводню) проходять через бризковловлювач і виводяться з верхньої частини хлоратора.

Основним завданням у розробці математичної моделі є отримання залежності концентрацій вихідних речовин від концентрацій вхідних речовин і швидкостей матеріальних потоків. На основі аналізу основних параметрів реактора розроблено параметричну схему хлоратора, наведену на рисунку.



Параметрична схема хлоратора:

G_B, C_B – витрата і концентрація хлору відповідно; G_A, C_A – витрата і концентрація бензолу на вході відповідно; G_D, C_D – витрата і концентрація хлороводню на виході відповідно; G_C, C_C – витрата і концентрація хлорбензолу на виході відповідно; G_E, C_E – витрата і концентрація дихлорбензолу на виході відповідно; G_F, C_F – витрата і концентрація трихлорбензолу на виході відповідно; C_{A_2} – концентрація бензолу на виході у рідких продуктах реакції;

C_{A_3} – концентрація бензолу на виході у газоподібних продуктах реакції

* Юкельсон И. И. Технология основного органического синтеза. Москва: Химия, 1968. с. 848.

Оскільки хлорування бензолу є доволі складним процесом, то для розробки математичної моделі було введено ряд допущень:

- температура реакційної суміші стабільна;
- апарат заповнено повністю. Розподіл на газову і рідку фракцію відбувається за концентрацією відповідних компонентів;
- швидкості хімічних реакції постійні. Хімічна реакція проходить за законом зміни концентрацій;
- хлоратор є апаратом ідеального змішування;
- хімічна реакція протікає в усьому об'ємі.

Відповідно до вказаних вище допущень, загальна система рівнянь динаміки є сумою системи рівнянь хімічної кінетики та системи рівнянь матеріального балансу за компонентами для реакційного апарату:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dC_A(t)}{dt} = -K_1 C_A(t) C_B(t) + \frac{G_2 C_A(t) - G_3(t) K_{11} C_{A_2}(t)}{M_{p.c.}} - \\ - \frac{G_4(t) K_{12} C_{A_3}(t)}{M_{p.c.}}; \\ \frac{dC_B(t)}{dt} = -K_1 C_A(t) C_B(t) - K_2 C_B(t) C_C(t) - K_3 C_E(t) C_B(t) + \\ + \frac{G_1(t) C_B(t)}{M_{p.c.}}; \\ \frac{dC_C(t)}{dt} = K_1 C_A(t) C_B(t) - K_2 C_B(t) C_C(t) - \frac{G_3(t) C_C(t)}{M_{p.c.}}; \\ \frac{dC_D(t)}{dt} = K_1 C_A(t) C_B(t) + K_2 C_B(t) C_C(t) + K_3 C_E(t) C_B(t) - \\ - \frac{G_4(t) C_D(t)}{M_{p.c.}}; \\ \frac{dC_E(t)}{dt} = K_2 C_B(t) C_C(t) - K_3 C_E(t) C_B(t) - \frac{G_3(t) C_E(t)}{M_{p.c.}}; \\ \frac{dC_F(t)}{dt} = K_3 C_E(t) C_B(t) - \frac{G_3(t) C_F(t)}{M_{p.c.}}, \end{array} \right.$$

де K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти швидкостей реакцій; G_1, G_2 – витрати хлору та бензолу на вході в реактор відповідно; G_3 – витрата рідких продуктів реакції; G_4 – витрата газоподібних продуктів реакції.

В подальшому для наведеної системи рівнянь буде виконано лінеаризацію та отримано передавальні функції каналів вхід-вихід для майбутніх досліджень та синтезу систем керування.